



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 16 457 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
H 02 P 7/67
H 02 P 3/00
F 16 P 3/00
B 41 F 33/08
B 41 F 33/12
G 05 D 13/64

⑳ Aktenzeichen: 197 16 457.9
㉑ Anmeldetag: 21. 4. 97
㉒ Offenlegungstag: 29. 10. 98

DE 197 16 457 A 1

㉓ **Anmelder:**
Baumüller Nürnberg GmbH, 90482 Nürnberg, DE

㉔ **Vertreter:**
Götz, Küchler & Dameron, 90402 Nürnberg

㉕ **Erfinder:**
Götz, Rainer, Dr.-Ing., 90522 Oberasbach, DE;
Hesslinger, Herbert, Dipl.-Ing. (FH), 92318
Neumarkt, DE; Kreisfeld, Peter, Dr.-Ing., 90518
Altdorf, DE

⑤⑤ **Entgegenhaltungen:**
DE 1 95 20 642 C1
DE 1 95 29 430 A1
DE 89 13 194 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Elektrisches Antriebssystem mit Lagekorrekturantrieben zur Kollisionsvermeidung**

⑤⑦ Verfahren zum Steuern eines elektrischen Antriebssystems, das der Verstellung eines oder mehrerer dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, beispielsweise der Zylinder oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen, synchron zueinander in ihrer Lage und/oder Geschwindigkeit dient und mehrere Antriebseinheiten aufweist, die jeweils mit einem der Funktionsteile oder einer Gruppe davon verbunden sind, wobei in Fehlerfällen den Funktionsteilen und Antriebseinheiten aufeinander abgestimmte und zeitabhängige Auslauffunktionen eingeprägt werden, wonach sie mittels der Antriebseinheiten zueinander synchron zur Erreichung des sicheren Zustands in Stillstand gefahren werden, wobei im Fehlerfall den Funktionsteilen und zugehörigen Antriebseinheiten ein Auslaufen in den Stillstand nach einer diesen gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion eingeprägt wird, und zu deren Einhaltung wenigstens der fehlerbehafteten Antriebsverbindung mit Funktionsteil(en) und Antriebseinheit von wenigstens einer weiteren, fehlerlosen Antriebseinheit Kräfte oder Momente in einem Umfang und zeitlichen Verlauf zugeführt werden, die etwa dem Unterschied zwischen der gemeinsamen vorgegebenen Auslauffunktion einerseits und dem passiven Auslaufverhalten der fehlerbehafteten Antriebsverbindung andererseits entsprechen.

DE 197 16 457 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Antriebssystems, das der Verstellung eines oder mehrerer dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen in ihrer Lage und/oder Geschwindigkeit synchron zueinander dient. Solche Funktionsteile können beispielsweise Drehkörper wie Zylinder oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen oder auch linear geführte Schlitten, Förderelemente von Druckmaschinen sein. Das Antriebssystem weist mehrere Antriebseinheiten auf, die in Einzelantriebstechnik jeweils mit einem der Funktionsteile oder einer Gruppe davon verbunden sind, wobei in Fehlerfällen den Funktionsteilen und Antriebseinheiten aufeinander abgestimmte und zeitabhängige Auslauffunktionen eingeprägt werden, wonach sie mittels der fehlerlosen Antriebseinheiten zueinander synchron zwecks Vermeidung von Kollisionen zwischen den sich bewegenden Funktionsteilen in den sicheren Zustand gefahren, insbesondere in Stillstand versetzt werden. Ferner betrifft die Erfindung ein entsprechendes elektrisches Antriebssystem zur Durchführung dieses Verfahrens, das mehrere Elektromotoren aufweist, die in Einzelantriebstechnik mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil oder einer Gruppe davon verbunden sind, welches Antriebssystem ferner mehrere Umrichter, Regler und/oder sonstige Leistungselektronikteile aufweist, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, welches Antriebssystem ferner wenigstens eine Steuerung aufweist, die zur Aufnahme von Lage- oder Geschwindigkeitssignalen von etwaigen Lagegebern an den Funktionsteilen oder Läufern der Elektromotoren und/oder sonstigen Leit-, Steuer-, Sollwert-, Test- und/oder Kontrollsignalen ausgebildet und mit dem oder den jeweiligen Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle mit entsprechender Führung und Synchronisation der Funktionsteile verbunden ist, und welches Antriebssystem ein Sicherheitsmodul aufweist, das zum Zugriff wenigstens auf Signale im Bereich der Funktionsteile, der Elektromotoren, der Leistungselektronikteile, der Steuerungseinrichtung und/oder eines System-Netzteiles und zu deren Vergleich oder Auswertung auf Plausibilität ausgebildet und mit der Steuerungseinrichtung zur Übergabe erzeugter Fehlermeldesignale verbunden ist, wobei in Fehlerfällen die mehreren Funktionsteile mit dem Antriebssystem von der Steuerungseinrichtung gemäß aufeinander abgestimmter und zeitabhängiger Lage-Übergangs-, insbesondere Auslauffunktionen synchron in den sicheren Zustand überführbar sind.

Verwiesen wird auf eine bekannte Steuerung eines Mehrmotorenantriebs einer Druckmaschine (Patentschrift DE 195 20 642 C1) etwa der eingangs genannten Art, bei der auf elektrische Weise einfehlersicher gewährleistet sein soll, daß der Ausfall einer Komponente in einer der Antriebseinheiten nicht zu einer derartigen Verdrehung der Zylinder bzw. Achsen führt, daß beispielsweise die Greifer eines der Zylinder durch die Berührung mit der Zylinderoberfläche eines anderen Zylinders beschädigt werden. Allerdings wird zur Abhilfe vorgeschlagen, daß nach Feststellen eines Ausfalls einer Komponente in einer der Antriebseinheiten durch eine übergeordnete Steuerung die Antriebseinheiten nach einer Zeitfunktion zum Stillstand heruntergefahren werden, die durch das Verhalten derjenigen Antriebseinheit mit einer einen Defekt aufweisenden Komponente vorgegeben wird. Dabei besteht jedoch die Gefahr, daß das Verhalten der fehlerbehafteten und gleichwohl die Leitachse vorgebenden Antriebseinheit dermaßen schwer gestört ist, daß eine Synchronisation der anderen Antriebseinheiten

darauf und ein kollisionsfreies Herunterfahren nicht mehr möglich ist.

Verwiesen wird ferner auf ein bekanntes elektrisches Antriebssystem mit Sicherheitsmodul etwa der eingangs genannten Art (DE 195 29 430 A1), bei dem das Leistungselektronikteil für den Einzelantrieb einen Stromregler aufweist. Im Rahmen des Sicherheitsmoduls ist das Leistungselektronikteil zusätzlich mit einem Winkellage- oder Winkelgeschwindigkeits-Regler, der mit einem Winkellagegeber am Elektromotorläufer oder am Funktionsteil verbunden ist, und mit einem Umschaltmittel ausgebildet, das im Fehlerfall vom Sicherheitsmodul zum Umstellen zwischen Strom- und Lageregelung aktivierbar ist. Dieses besitzt auf dem Leistungselektronikteil implementierte Überwachungsmittel, die zur Fehlererkennung in der Kommunikation mit einer übergeordneten Signalverarbeitungseinheit ausgebildet sind und das Umschaltmittel aktivieren. Bei gestörter Kommunikation reagieren die Überwachungsmittel mit der Abschaltung von der übergeordneten Signalverarbeitungseinheit und der Umstellung bzw. Umschaltung des Leistungselektronikteils von Strom- auf Winkellage- und/oder Winkelgeschwindigkeits-Regelbetrieb. Dann werden im Rahmen des Lageregelbetriebs die Funktionsteile entsprechend einer Rampenfunktion gebremst bzw. in Stillstand versetzt, wobei die Regler mit einer gemeinsamen Triggereinrichtung zum synchronisierten Start verbunden sind, um beim Bremsen Kollisionen zwischen den Funktionsteilen zu vermeiden. Allerdings ist hierbei ordnungsgemäßes Funktionieren aller Antriebseinheiten vorausgesetzt, und die Einfehlersicherheit ist auf Fehlerfälle innerhalb der übergeordneten Signalverarbeitungseinheit beschränkt. Treten Fehler bei einer Komponente einer Antriebsverbindung aus Funktionsteil und Antriebseinheit auf, dann ist ein geordneter, synchronisierter Vollzug aller Bremsrampen bis zum Stillstand ohne Kollisionen nicht mehr sicher.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei elektrischen Antriebssystemen mit mehreren Antriebseinheiten und Verfahren zu deren Steuerung die Zuverlässigkeit und Sicherheit, insbesondere Einfehlersicherheit, zu erhöhen, dabei aber den Aufwand an Konstruktion, Hardwarekomponenten sowie Implementierung von Steuerungsalgorithmen zur Erreichung des sicheren Zustandes gering zu halten.

Zur Lösung wird bei einem Steuerungsverfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß im Fehlerfall den Funktionsteilen und zugehörigen Antriebseinheiten ein Auslaufen in den Stillstand nach einer diesen gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion eingeprägt wird, und zu deren Einhaltung wenigstens der fehlerhaften Antriebsverbindung mit Funktionsteil und Antriebseinheit Kräfte oder Momente von wenigstens einer weiteren, fehlerlosen Antriebseinheit in einem Umfang und zeitlichen Verlauf zugeführt werden, die etwa dem Unterschied zwischen der gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion einerseits und dem passiven Auslaufverhalten der fehlerbehafteten Antriebsverbindung andererseits entsprechen. Dabei wird von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß eine Maschine oder Anlage mit bezüglich der beispielsweise Winkellage synchronisierten Einzelantrieben ohne aktiven Eingriff von Antriebskomponenten zum Bremsen oder Antreiben in ihren Antriebsachsen ein passives Auslaufverhalten besitzt, das im wesentlichen durch die Trägheit und die Reibungen bestimmt ist. Jedem Einzelantrieb wird ein zweiter Antrieb zusätzlich oder redundant zur Seite gestellt. Dieser redundante Antrieb braucht nur so dimensioniert zu sein, daß er in der Lage ist, die gemeinsam vorgegebene Auslauffunktion aktiv einzuhalten, die dicht an den passiven Auslauffunktionen der Einzelachsen bleibt und die für alle synchronisierten Einzelantriebe verwendet wird. Der momen-

ten- bzw. Leistungsbedarf und damit der Aufwand und die Kosten dieser redundanten Antriebe kann klein gehalten werden, weil nur der Unterschied im Momenten- bzw. Leistungsbedarf aktiv vom zusätzlichen bzw. redundanten (fehlerlosen) Antrieb aufgebracht werden muß. Dieser Unterschied ist dadurch bestimmt, daß die Antriebsachse mit der vorgegebenen Auslauffunktion aktiv bewegt wird und nicht durch die eigene passive, im Fehlerfall "trudelnde" Auslauffunktion.

Zur Lösung der oben genannten Erfindungsaufgabe wird bei einem Antriebssystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß allen oder wenigstens einigen der Funktionsteile jeweils zusätzlich zu der primären Antriebshaupteinheit aus dem Elektromotor und dem Leistungselektronikteil eine redundante, sekundäre Antriebshilfseinheit beigeordnet ist, die für den Fehlerfall zur Korrektur der Lage und Geschwindigkeit des fehlerbehafteten Funktionsteils und/oder des zugehörigen Elektromotors beim Auslaufen ausgebildet und dazu an das Funktionsteil und/oder den Elektromotor angekoppelt oder ankoppelbar ist. Diese Antriebshilfseinheit kann im Fehlerfall dafür sorgen, daß der gestörte Antriebsstrang aus Funktionsteil und Antriebshaupteinheit die vorgegebene Auslauffunktion einhält.

Damit dies mit höchstmöglicher Präzision und Sicherheit gegenüber Kollision von (ohne aktiven Eingriff nicht synchron laufenden) Funktionsteilen untereinander erfolgen kann, ist nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung vorgesehen, daß die eine oder mehreren Antriebshilfseinheiten im Rahmen eines Lage- und/oder Geschwindigkeitsregelkreises mit dem Funktionsteil und/oder der Welle der Antriebseinheit als Regelstrecke(n) angeordnet sind. Diese redundanten Lagekorrekturantriebe werden zweckmäßig vollkommen unabhängig voneinander oder von der (nichtredundanten) Antriebshauptausrüstung ausgeführt, insbesondere was die Energieversorgung, Umrichter, Leistungsverstärker, Regler, Motor und Geber in den Antriebshilfseinheiten angeht. Im Fehlerfall können sie der Antriebshauptausrüstung einzeln oder insgesamt zugeschaltet werden. Wird einzeln zugeschaltet, so muß die restliche (das heißt fehlerfreie) Antriebshauptausrüstung auch nach der allgemein vorgegebenen Auslauffunktion zum Stillstand gebracht werden. Die redundanten Lagekorrekturantriebe müssen sich ebenfalls vollständig entsprechend dieser übergeordneten Auslauffunktion bewegen. Dies läßt sich nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung erreichen mittels eines Sicherheitsoll- oder Führungswertgebers, der in der Steuerungseinrichtung, im Sicherheitsmodul und/oder jeweils in den Leistungselektronikteilen mit Umrichter angelegt und zur zeitabhängigen Ausgabe von Soll- oder sonstigen Führungswerten an die Elektromotoren der Antriebshaupt- und/oder -hilfseinheiten ausgebildet ist, wobei die Soll- oder Führungswerte der gemeinsamen Auslauffunktion entsprechen. Für die Antriebshaupteinheiten und redundanten Antriebshilfseinheiten, die alle vorteilhaft lagegeregelt sind, werden entweder ein einziger Sollwertgeber oder zur Erhöhung der Sicherheit zwei redundante Sollwertgeber als Führungsorgane verwendet, in denen die vorgegebene Auslauffunktion implementiert ist.

Weitere Einzelheiten, Merkmale, vorteilhafte Ausführungen und Wirkungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1 ein schematisches Funktions- und Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels nach der Erfindung,

Fig. 2 die vorgegebene Auslauffunktion als Winkellage-Zeit-Diagramm.

Gemäß Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Antriebssystem in einer Bogendruckmaschine 1 für fünf Farben verwendet. Entsprechend sind fünf Druckwerke 2 je mit einem Plattenzylinder 3, einem Gummizylinder 4 und einem Gegendruckzylinder 5 angeordnet. Zwischen zwei Gegendruckzylindern 5 befindet sich jeweils ein Übergabezylinder 6, der dazu dient, die im Anleger 7 aufeinandergestapelten Bögen 8 von einem Druckwerk zum nächsten Druckwerk 2 zu transportieren, bis sie zum Ausleger 9 gelangen. Zur Sicherstellung der Bogenübergabe sind der Gegendruckzylinder 5 und der Übergabezylinder 6 jeweils mit Greifelementen 10 versehen (schematisch als Umfangsaussparungen angedeutet). Zur Gewährleistung eines präzisen Bogendrucks hoher Qualität müssen im Übergabezeitpunkt die Greifelemente 10 unterschiedlicher Zylinder bzw. Walzen 5, 6 einander möglichst synchron begegnen bzw. exakt gegenüberliegen. Dabei sind Lageabweichungen von höchstens 5 µm tolerierbar. Bei Störung des Synchronlaufs kommt ferner die Gefahr hinzu, daß die über den Umfang des jeweiligen Zylinders 5, 6 hinausragenden Greifelemente den Umfang des jeweils benachbarten Zylinders beschädigen bzw. mit diesem kollidieren können.

Gemäß Fig. 1 ist jedes der Druckwerke 2 mit einem elektrischen Direktantriebsmotor 11 versehen, dessen Läufer direkt und steif mit dem Achsstummel des jeweiligen Gegendruckzylinders 5 verbunden ist. Um eine Lageregelung der Zylinderachsen von hoher Güte zu erreichen, sind hochauflösende Winkellagegeber 12 in Form von Sinus/Kosinus-Gebern lastseitig, das heißt die Winkellage des Gegendruckzylinders 5 unmittelbar abtastend angeordnet.

Die Motoren 11 werden von je einem Leistungselektronikteil 13 angesteuert, das aus einem Wechselrichter 14 und einem Regler 15 mit Lichtwellenleiter-Schnittstelle 16 zusammengesetzt ist. Der Regler 15 auf dem Leistungselektronikteil 13 umfaßt eine digitale Antriebs-/Phasenstromregelung mit einem Pulsweiten-Modulationstakt von 8 Kilohertz. Beide Regelungsmodule können alternativ aktiviert werden. Der Gleichspannungszwischenkreis wird von Einspeisemitteln 17 versorgt.

Gemäß Fig. 1 werden die Ausgänge der Winkellagegeber 12 über Anschlüsse 23 Umsetzerbaugruppen 21 zugeführt. Auf diesen Umsetzerbaugruppen kann noch ein Netzteil für die Versorgung des Winkellagegebers 12 untergebracht sein. Achsperipheriemodule 22 dienen der Umsetzung der Lichtwellenleiter-Signale 16 zu und von den Leistungselektronikteilen 13 in Digitalsignale für eine digitale Steuerungseinheit 19, in der eine Software zur Mehrachsregelung implementiert ist. Diese ist zur Motorführung der hochpoligen Drehstrommaschinen 11 ausgelegt. Mit der Software erfolgt eine simultane Sollwertgenerierung nach dem Konzept der Lagesteuerung.

An einem Netzanschluß 18 sind die Einspeisemittel bzw. die Versorgungseinheit 17 sowie ein Netzteil 20 parallel angeschlossen, das der Versorgung der Steuerungseinheit 19, des jeweils daran angeschlossenen Umsetzers 21 und Achsperipheriemoduls 22 sowie der Versorgung eines mit der Steuerungseinheit 19 verbundenen Kommunikationsinterfaces 24 dient. Darüber kann eine Kommunikation 25 zwischen der von der primären Steuerungseinheit 19 kontrollierten Antriebshauptausrüstung und einer sekundären Steuerungseinheit 19R stattfinden, welche eine redundante Antriebsausrüstung mit Elektromotor 11R, Winkellagegeber 12R, Leistungselektronikteil 13R, Wechselrichter 14R, Regler 15R, Lichtwellenleiter-Schnittstelle 16R, daran angeschlossenes Achsperipheriemodul 22R, Versorgungseinheit 17R, Netzanschluß 18R, Netzteil 20R, Umsetzer 21R sowie Kommunikationsinterface 24R steuert. Das Kommunikationsinterface 24R dient der Kommunikation mit der An-

triebshauptausrüstung bzw. dessen Steuereinheit 19. Der redundante Umsetzer 21R ist mit eigenständigen, redundanten Winkellagegeber-Anschlüssen 23R von den redundanten Winkellagegebern 12R verbunden. Diese tasten gemäß Zeichnung die redundanten Hilfsmotoren 11R in ihrer Winkellage ab, können aber auch alternativ oder zusätzlich an den Gegendruckzylindern 5 der Bogendruckmaschine zur lastseitigen Messung angeordnet sein. Im übrigen ist die redundante Antriebshilfsausrüstung zur Realisierung von Lagekorrekturantrieben strukturell der Antriebsausrüstung gleichartig ausgeführt, jedoch zur Erbringung kleinerer Kräfte, Momente oder Leistungen dimensioniert, entsprechend dem Unterschied bzw. der Abweichung des passiven Auslaufverhaltens der jeweiligen Antriebsverbindung 5, 11, 14 von der gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion (vgl. Fig. 2).

Im normalen, fehlerlosen Zustand sind die Wechselrichter 14R abgeschaltet, und die redundanten Hilfsantriebe 11R, 13R sind passiv und werden von der Antriebswelle des jeweiligen Hauptantriebs 11, 13 mitgedreht. Das Netzteil 20R für die sekundäre, redundante Steuerungseinheit 19R wird jedoch in Betrieb gehalten, so daß die Datenkommunikation 25 zwischen Antriebshauptausrüstung und Antriebshilfsausrüstung stattfinden kann. Detektiert ein beispielsweise in der Antriebshauptausrüstung auf der Steuerungseinheit 19, im Netzteil 20, in der Versorgungseinheit 17, im Wechselrichter 14 oder im Regler 15 angelegtes Sicherheitsmodul einen Fehler im Antriebssystem, einschließlich in den Hauptelektromotoren 11 oder den zugehörigen Winkellagegebern 12 oder in einem anzutreibenden Funktionsteil 3, 4, 5, 6 eine Störung, einen Fehler oder Schaden, werden die Wechselrichter 14R für die redundante Antriebshilfsausrüstung aktiviert. Es kann entweder punktuell gesteuert geschehen, so daß jeweils ein einzelner, von der redundanten Steuerungseinheit 19R ausgewählter Hilfselektromotor 11R mit seinem Wechselrichter 14R für die fehlerhafte gesteuerte Antriebshaupteinheit aktiviert und entsprechend der Auslaufkurve geregelt wird. Alternativ können durch Einschaltung aller Antriebseinheiten 11R, 14R gemeinsam mit ihren Momenten und Leistungen den fünf Druckwerken 2 zugeschaltet werden. Gleichzeitig ist dann die Versorgungseinheit 17 der Antriebshauptausrüstung abzuschalten, damit die nicht-redundanten Elektromotoren 11 frei geschaltet bzw. stromlos werden. Deren Antriebswellen lassen sich dann passiv von den redundanten Hilfsantriebseinheiten 11R, 14R entsprechend der Auslauffunktion (Fig. 2) mitdrehen. Da die Druckwerke 2 gleichartig aufgebaut sind, weichen ihre jeweiligen passiven Auslauffunktionen voneinander nicht all zu sehr ab. Die Zusatzleistungen, die zur Einhaltung der vorgegebenen, sicheren Auslauffunktion nach Fig. 2 (siehe unten) aktiv eingespeist werden müssen, halten sich in Grenzen, was sich kostengünstig auf Aufwand und Dimensionierung in den Hilfsantriebseinheiten 11R, 14R auswirkt.

Gemäß Fig. 2 kann die für alle elektromotorisch angetriebenen Achsen bzw. Funktionsteile der Bogendruckmaschine 1 vorgegebene Auslauffunktion 27 etwa mittelwertig in einen Bereich 28 gelegt sein, welcher der Kurvenschar der passiven Auslauffunktionen der ohne aktiven Antrieb auslaufenden Einzelachsen entspricht. Dieser Bereich wird vom Auslauf-Startpunkt 30 aus, wo die Auslauffunktionen der Einzelachsen noch zusammenfallen, über die Zeit immer breiter, weil ohne aktiven Eingriff die Einzelachs-Synchronisation aufgrund unterschiedlicher Reibungen oder sonstiger unterschiedlicher Randbedingungen immer mehr verloren geht. Wird über das Sicherheitsmodul im Antriebssystem nach Fig. 1 ein Fehler detektiert, wird nach Freischalten der Antriebshaupteinheiten 11, 14, 15 allen redundanten Antriebshilfsseinheiten 11R, 14R, 15R, nachdem diese akti-

viert bzw. zugeschaltet sind, die Auslauffunktion 27 als Sollwert vorgegeben. Über die redundanten Winkellagegeber 12R kann eine Lagekorrekturregelung derart durchgeführt werden, daß die Hilfs- bzw. Lagekorrekturantriebe 11R, 14R, 15R entweder die vorgegebene Auslauffunktion 27 als Sollwert realisieren oder wenigstens ein Lagetoleranzband 31 für kollisionsfreies Auslaufen einhalten. Die beiderseitigen Grenzen des Lagetoleranzbandes 31 verlaufen etwa parallel zur vorgegebenen Auslauffunktion 27 und können der Vermeidung allzu hoher Genauigkeitsanforderungen an die Geber und die Güte der Auslauf-Lagekorrekturregelung dienen, soweit gleichwohl noch kollisionsfreies Auslaufen für die Funktionsteile wie Gegendruckzylinder 5 gewährleistet ist. Das Auslaufen in den sicheren Zustand bzw. Stillstand 29 beginnt vom Nullpunkt bzw. Auslauf-Startpunkt 30 aus, wo der Fehler auftritt bzw. detektiert wird und vom Sicherheitsmodul die Sicherheitsroutine gestartet wird. Mit zunehmendem Zeitablauf nähert sich die Auslauffunktion einer einem sicheren Stillstand 29 entsprechenden Winkellage an, bis diese vollständig erreicht ist und im Endzeitpunkt 32 die Hilfs- bzw. Lagekorrekturantrieb 11R, 14R, 15R gestoppt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Antriebssystems, das der Verstellung eines oder mehrerer dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, beispielsweise der Zylinder (3, 4, 5, 6) oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen (1), synchron zueinander in ihrer Lage und/oder Geschwindigkeit dient und mehrere Antriebseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) aufweist, die jeweils mit einem der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) oder einer Gruppe davon verbunden sind, wobei in Fehlerfällen den Funktionsteilen und Antriebseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) aufeinander abgestimmte und zeitabhängige Auslauffunktionen (27, 28) eingeprägt werden, wonach sie mittels der Antriebseinheiten zueinander synchron zur Erreichung des sicheren Zustands in Stillstand (29) gefahren werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Fehlerfall den Funktionsteilen (3, 4, 5, 6) und zugehörigen Antriebseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) ein Auslaufen in den Stillstand (29) nach einer diesen gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion (27, 28) eingeprägt wird, und zu deren Einhaltung wenigstens der fehlerbehafteten Antriebsverbindung mit Funktionsteil(en) (3, 4, 5, 6) und Antriebseinheit (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) von wenigstens einer weiteren, fehlerlosen Antriebseinheit (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) Kräfte oder Momente in einem Umfang und zeitlichen Verlauf zugeführt werden, die etwa dem Unterschied zwischen der gemeinsamen vorgegebenen Auslauffunktion (27) einerseits und dem passiven Auslaufverhalten der fehlerbehafteten Antriebsverbindung andererseits entsprechen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslauffunktion (27) nach einem Mittelwert der im Fehlerfall passiven Auslaufprofile (28) oder -verhalten der mehreren unterschiedlichen Antriebsverbindungen jeweils aus Funktionsteil(en) (3, 4, 5, 6) und zugeordneter Antriebseinheit (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) vorgegeben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kräfte oder Momente der fehlerbehafteten Antriebsverbindung derart zugeführt werden, daß von dieser wenigstens ein zeitabhängiges Lageto-

leranzband (31), innerhalb welchem die gemeinsame Auslauffunktion (27) liegt, für ein gegenüber den sonstigen Antriebsverbindungen kollisionsfreies und/oder sicheres Auslaufen in den Stillstand eingehalten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung von Kräften oder Momenten im Fehlerfall an eine fehlerbehaftete Antriebsverbindung Antriebseinheiten (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) verwendet werden, die den Antriebsverbindungen jeweils redundant beigeordnet sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Fehlerfall der davon betroffenen Antriebsverbindung die redundante Antriebseinheit (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) einzeln zugeschaltet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Fehlerfall allen Antriebsverbindungen aus Funktionsteil(en) (3, 4, 5, 6) und Antriebseinheit (11, 12, 13, 14) je eine der redundanten Antriebseinheiten (11R, 13R, 14R, 15R), zugeschaltet wird, die dann ausschließlich nach der gemeinsamen Auslauffunktion (27) gesteuert werden, während die nichtredundanten Antriebseinheiten (11, 12, 13, 14, 15) abgeschaltet und/oder kräfte- beziehungsweise momentenfrei geschaltet werden.

7. Elektrisches Antriebssystem zum synchronen Verstellen mehrerer dreh-, verschwenk- und/oder linear bewegbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, beispielsweise von Zylindern (3, 4, 5, 6) oder Walzen insbesondere in Bogen- oder Rollendruckmaschinen (1), synchron zueinander in ihrer Lage oder Geschwindigkeit, mit mehreren Elektromotoren (11), die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil (5) oder einer Gruppe davon verbunden sind, mit mehreren Umrichtern, Reglern und/oder sonstigen Leistungselektronikteilen (13), die ausgangseitig mit je einem Elektromotor (11, 11R) zu dessen Ansteuerung verbunden sind, mit wenigstens einer Steuerungseinrichtung (19, 19R), die zur Aufnahme von Lage- oder Geschwindigkeits-Signalen von etwaigen Lagegebern (12, 12R) an den Funktionsteilen (5) oder Läufem der Elektromotoren (11, 11R) und/oder sonstigen Leit-, Steuer-, Sollwert-, Test- und/oder Kontrollsignalen ausgebildet und mit dem oder den jeweiligen Leistungselektronikteilen (13, 13R) zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle mit entsprechender Führung und Synchronisation der Funktionsteile verbunden ist, und mit einem Sicherheitsmodul, das zum Zugriff wenigstens auf Signale im Bereich der Funktionsteile (5), der Elektromotoren (11, 11R), der Leistungselektronikteile (13, 13R), der Steuerungseinrichtung (19, 19R) und/oder eines System-Netztes (17, 18, 20; 17R, 18R, 20R) und zu deren Vergleich oder Auswertung auf Plausibilität ausgebildet und mit der Steuerungseinrichtung (19, 19R) zur Übergabe erzeugter Fehlermeldesignale verbunden ist, wobei in Fehlerfällen die mehreren Funktionsteile (3, 4, 5, 6) mit dem Antriebssystem von der Steuerungseinrichtung (19, 19R) gemäß aufeinander abgestimmter und zeitabhängiger Auslauffunktionen (27) synchron und/oder kollisionsfrei in den Stillstand (29) überführbar sind, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß allen oder wenigstens einigen der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) jeweils zusätzlich zu der primären Antriebshaupteinheit (11, 13, 14, 15) mit dem Elektromotor (11) und dem Leistungselektronikteil (13) eine redundante sekundäre Antriebshilfseinheit (11R, 13R, 14R, 15R) beigeordnet ist, die für den Fehlerfall zur Korrektur der Lage oder Geschwindig-

keit des fehlerbehafteten Funktionsteils (3, 4, 5, 6) und/oder des zugehörigen Elektromotors (11) mittels aktiver Zuführung von Kräften oder Momenten ausgebildet und dazu an das Funktionsteil (3, 4, 5, 6) und/oder den Elektromotor (11) angekoppelt oder ankoppelbar ist.

8. Antriebssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebshilfseinheit (11R, 13R, 14R, 15R) im Rahmen eines Lage- und/oder Geschwindigkeitsregelkreises mit dem Funktionsteil (3, 4, 5, 6) und/oder der Welle der Antriebshaupteinheit (11, 13, 14, 15) als Regelstrecke(n) angeordnet ist.

9. Antriebssystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Funktionsteile (3, 4, 5, 6) und zugehörigen Antriebseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) anhand einer diesen gemeinsam vorgegebenen Auslauffunktion (27) in den Stillstand (29) als sicherer Zustand versetzbar sind, und auch die Antriebshilfseinheiten (11R, 13R, 14R, 15R) jeweils einen Elektromotor (11R) und ein zugehöriges Leistungselektronikteil (13R, 14R) aufweisen, gekennzeichnet durch einen Sicherheits-soll- oder -führungswertgeber, der in der Steuerungseinrichtung (19, 19R), im Sicherheitsmodul und/oder jeweils in den Leistungselektronikteilen (13, 14; 13R, 14R) angelegt und zur zeitabhängigen Ausgabe von Soll- oder sonstigen Führungswerten an die Elektromotoren (11, 11R) der Antriebshaupt- und/oder -hilfseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) ausgebildet ist, welche Soll- oder Führungswerte der gemeinsamen Auslauffunktion (27) für den sicheren Zustand der Funktionsteile (3, 4, 5, 6) und Antriebseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) entsprechen.

10. Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebshilfseinheiten (11R, 13R, 14R, 15R) insbesondere in ihrem Leistungsbedarf derart ausgelegt und dimensioniert sind, daß sie wenigstens den zusätzlichen Bedarf an Kräften oder Momenten für die fehlerbehaftete Antriebsverbindung aus Funktionsteil (2, 3, 4, 5, 6) und Antriebshaupteinheit (11, 13, 14, 15) zur Annäherung an die vorgegebene Auslauffunktion (27) gegebenenfalls innerhalb eines Lagetoleranzbandes (31) aufzubringen vermögen.

11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, gekennzeichnet durch eine von der Steuerungseinrichtung (19, 19R) und/oder vom Sicherheitsmodul betätigbare Schalteinrichtung, mittels der im Fehlerfall die jeweilige Antriebshilfseinheit (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) einzeln an das fehlerbehaftete Funktionsteil (2, 3, 4, 5, 6) oder insgesamt alle Antriebshilfseinheiten (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) an die jeweils zugeordneten Funktionsteile (2, 3, 4, 5, 6) zuschaltbar sind.

12. Antriebssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei Zuschaltung einer Antriebshilfseinheit (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) an ein Funktionsteil (2, 3, 4, 5) die jeweils parallele Antriebshaupteinheit (11, 13, 14, 15) freischaltbar, von diesem Funktionsteil abschaltbar und/oder entkoppelbar ist.

13. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Antriebshaupt- und eine -hilfseinheit (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) gemeinsam beziehungsweise parallel mit dem zugeordneten Funktionsteil (2, 3, 4, 5, 6) oder einer Gruppe von Funktionsteilen direkt oder mittelbar über eine lösbare Kupplungseinrichtung verbunden sind.

14. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungseinrichtung (19, 19R) eine primäre, die Hauptantriebseinheiten (11, 12, 13, 14, 15) lenkende Steuereinheit (19) und eine se-

kundäre, die Antriebshilfseinheiten (11R, 12R, 13R, 14R, 15R) lenkende Steuereinheit (19R) aufweist.

15. Antriebssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die primäre und/oder sekundäre Steuereinheit (19, 19R) jeweils mit Lagegebern (12, 12R) verbunden sind, die mit den Funktionsteilen (2, 3, 4, 5, 6) und/oder den zugehörigen Antriebshaupt- und/oder -hilfseinheiten (11, 13, 14, 15; 11R, 13R, 14R, 15R) in Verbindung stehen.

16. Antriebssystem nach Anspruch 9 und 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die primäre und die sekundäre Steuerungseinheit (19, 19R) jeweils mit Zugriff auf die Werte des Sicherheitssoll- oder -führungswertgebers versehen sind.

17. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die primäre und die sekundäre Steuereinheit (19, 19R) miteinander und/oder mit einer übergeordneten Leitsteuerung zur Befehls- und/oder Datenkommunikation (25, 26) verbunden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

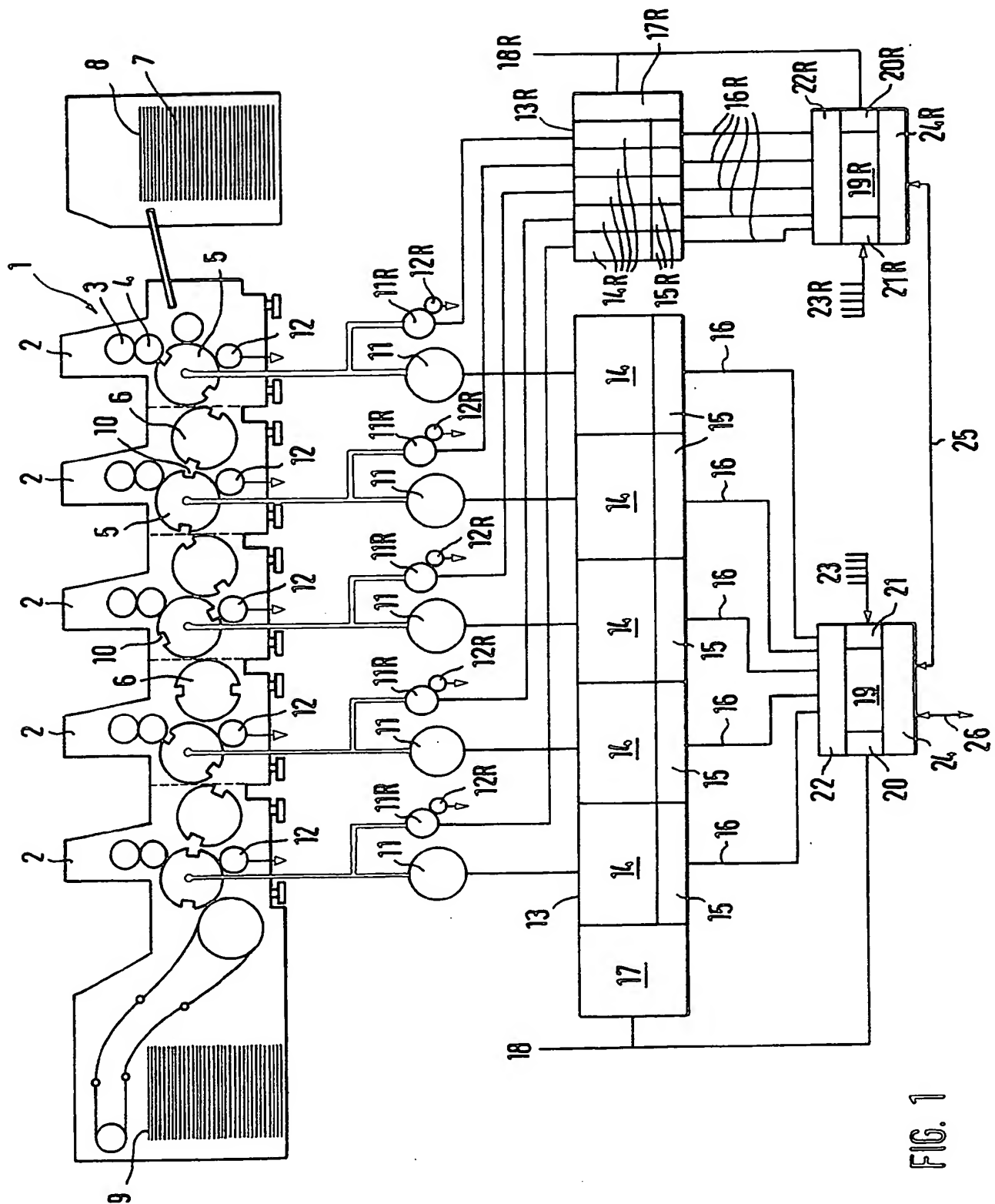
45

50

55

60

65



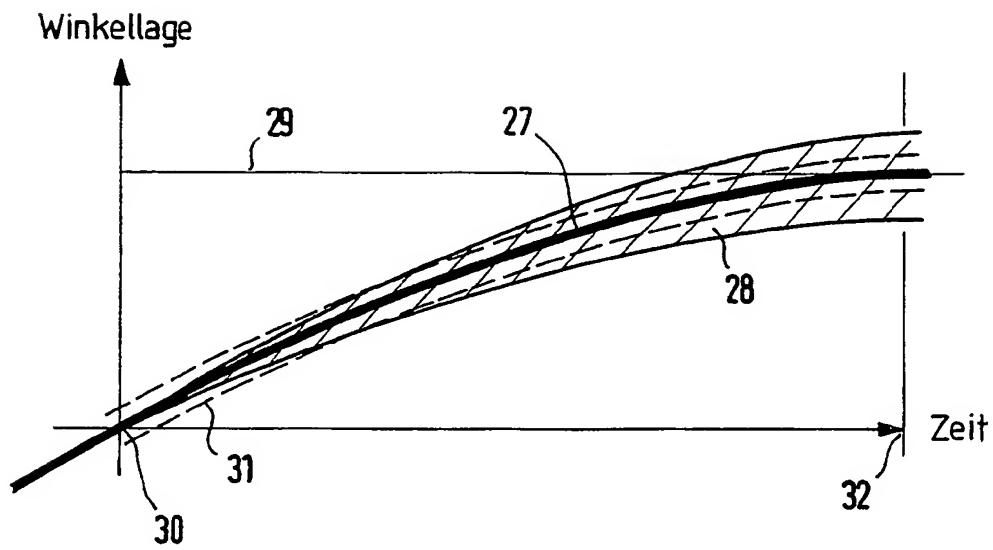


FIG. 2